

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑪ **DE 3920526 A1**

⑤1 Int. Cl. 5:  
**A 61 B 5/00**  
A 61 B 5/02  
// A 61 B 5/22

②1 Aktenzeichen: P 39 20 526.6  
②2 Anmeldetag: 22. 6. 89  
④3 Offenlegungstag: 10. 1. 91

DE 3920526 A1

⑦1 Anmelder:  
Lepić, Gottlieb, 8060 Dachau, DE; Uschner, Bernd,  
8000 München, DE

⑦4 Vertreter:  
Schmitz, H., Dipl.-Ing.Dipl.-Wirtsch.-Ing.Univ.;  
Weber, J., Dipl.-Ing.Dr.-Ing., Pat.-Anwälte, 8022  
Grünwald

⑦2 Erfinder:  
Antrag auf Teilnichtnennung  
Lepić, Gottlieb, 8060 Dachau, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren und Vorrichtung zur Ermittlung des Konditionszustandes einer Testperson

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Ermittlung des Konditionszustands einer Testperson. Erfindungsgemäß wird mittels eines Pulsaufnehmers der Puls der Testperson bei zwei unterschiedlichen Belastungsstufen, beispielsweise mittels eines Fahrrad-Ergometers ermittelt und mit einem alters-, gewichts- und/oder geschlechtsabhängigen Sollwert verglichen. Als Meßergebnis kann der prozentuale Konditionszustand dargestellt werden.

DE 3920526 A1

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Ermittlung des Konditionszustandes einer Testperson.

Aus dem Stand der Technik sind vielfältige Vorrichtungen bekannt, mit Hilfe derer der Konditionszustand einer Testperson gesteigert werden soll. So ist es beispielsweise üblich, mittels Fahrrad-Ergometern o. a. Einrichtungen, beispielsweise Rudergeräten oder Fitneßgeräten den Konditionszustand einer Person zu steigern.

Um zu überprüfen, ob die Testperson das gewünschte Leistungsniveau erreicht hat bzw. ob der Konditionszustand noch steigerbar ist, ist es bisher erforderlich gewesen, durch einen Trainer oder eine Überwachungsperson durch Vergleich die jeweilige Leistungsfähigkeit einzuschätzen oder den Konditionszustand durch aufwendige medizinische Untersuchungen, beispielsweise durch den Sauerstoffgehalt des Blutes, zu bestimmen. Diese Maßnahmen sind entweder ungenau oder nicht für routinemäßige Testvorgänge geeignet.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung und ein Verfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, welche bei einfachem Aufbau und einfacher Anwendbarkeit die Bestimmung des jeweiligen Konditionszustandes einer Testperson ermöglichen.

Hinsichtlich der Vorrichtung wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß eine Vorrichtung vorgesehen ist, welche einen Pulsfrequenzaufnehmer, eine Recheneinheit zum Vergleich der Pulsfrequenz mit einem Puls-Sollwert, eine Eingabeeinheit für den Sollwert sowie eine Anzeigeeinheit aufweist.

Die Eingabeeinheit dient erfindungsgemäß zur Eingabe von Variablen, beispielsweise den Belastungsstufen, dem Alter der Testperson und deren Gewicht. Aus den Variablen werden durch rechnerische Verknüpfungen in der Recheneinheit die Puls-Sollwerte gebildet. Es ist jedoch auch möglich, die Sollwerte auf andere Weise einzugeben.

Hinsichtlich des Verfahrens erfolgt die Lösung der Aufgabe dadurch, daß mittels einer Belastungseinrichtung eine Testperson über eine vorgegebene Zeitdauer jeweils einer von zumindest zwei unterschiedlichen körperlichen Belastungen oder Arbeitsleistungen ausgesetzt wird, daß während der Belastung der Puls der Testperson gemessen wird und daß die ermittelten Puls-Belastungsmeßwerte mit einem Sollwert verglichen werden.

Der Erfindung liegt die Grundkenntnis zugrunde, daß bei einer Belastung des menschlichen Körpers die benötigte Energie durch unterschiedliche Stoffwechselprozesse bereitgestellt wird. Bei länger andauernden Belastungen, welche ein bestimmtes Maß an Ausdauer erfordern, handelt es sich in entscheidendem Maße um aerobe Stoffwechselvorgänge, während kurzzeitige, hohe Belastungen durch anaerobe Stoffwechselvorgänge beantwortet werden. Bei aeroben Stoffwechselvorgängen wird der eingeatmete Sauerstoff über den Blutkreislauf zu den beanspruchten Muskeln transportiert.

Die Kondition einer Person, d. h. die Fähigkeit, länger andauernde Leistungen zu erbringen, wird durch die Fähigkeit des Organismus begrenzt, die Muskelzellen mit Sauerstoff zu versorgen. Da die maximale Sauerstoffaufnahme physiologisch begrenzt ist, beispielsweise durch ein Maximum der Pulsfrequenz, ist es möglich, die maximale Sauerstoffaufnahme physiologisch zu bestimmen. Die hierzu benötigten Tests

müssen jedoch unter ärztlicher Aufsicht durchgeführt werden und sind für Routineanwendungen nicht geeignet.

Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, daß sich unter Belastung einer Testperson die Herzfrequenz und damit auch die Pulsfrequenz proportional zum Sauerstoffverbrauch verhält. Wenn der Körper einer Testperson bei Belastung ausschließlich aerob versorgt wird, besteht ein proportionaler Zusammenhang zwischen Belastungshöhe und Herzfrequenz. Diese Zusammenhänge werden erfindungsgemäß dazu verwendet, bei einer bestimmten, vorgegebenen Belastung die Pulsfrequenz zu messen und damit indirekt auf den Grad der Sauerstoffversorgung rückzuschließen. Da die maximal erreichbare Herzfrequenz von verschiedenen körperlichen Faktoren abhängig ist, jedoch durch umfangreiche medizinische Untersuchungen vorbestimmt wurde, kann auf einfache Weise auf diese statistischen Werte zurückgegriffen werden. Zur Durchführung der erfindungsgemäßen Bestimmung des Konditionszustandes und zur Anwendung des erfindungsgemäßen Gerätes wird eine Testperson einer vorbestimmten körperlichen Belastung ausgesetzt, beispielsweise auf einem Fahrrad-Ergometer oder einer ähnlichen Einrichtung. Da der menschliche Wirkungsgrad bei Benutzung derartiger Einrichtungen bekannt ist, kann auf besonders einfache Weise durch einen Vergleich der Pulsfrequenz mit den bekannten Standardwerten ein Rückschluß auf die derzeitige Sauerstoffaufnahme getroffen werden. Diese ermöglicht einen Rückschluß auf den Konditionszustand der Testperson.

Erfindungsgemäß wird die Testperson, beispielsweise auf einem Fahrrad-Ergometer einer relativ niedrigen Belastung unterworfen. Bei dieser Belastung wird, nachdem der Puls einen konstanten Wert erreicht hat und die Energiezufuhr somit nur noch durch aerobe Versorgung erfolgt, der Pulsfrequenzwert gemessen und mit der theoretischen maximalen Herzfrequenz verglichen. Diese ist insbesondere altersabhängig, hängt jedoch auch vom Körpergewicht und vom Geschlecht der Testperson ab. Da bei derartigen niedrigen Belastungen ein linearer Zusammenhang zwischen der Belastung und der Pulsfrequenz besteht, können auf besonders einfache Weise Aussagen hinsichtlich der bei dieser Testperson zu erwartenden maximalen Sauerstoffaufnahme getroffen werden. Liegt diese unterhalb des statistisch möglichen Wertes, so ist die Kondition der Testperson nicht auf einem Niveau, welches als optimal zu bezeichnen wäre. Der Konditionszustand kann dabei sowohl von der Tagesform der Testperson (beeinflusst durch Streß oder Erkrankungen) oder vom gesamten Trainingszustand abhängen. Durch einen Vergleich des statistischen Maximalwerts mit dem durch zwei Messungen ermittelten Maximalwert der Testperson läßt sich ein prozentualer Konditionszustand darstellen, welcher auch für medizinisch nicht vorgebildete Personen einen hohen Aussagegrad beinhaltet.

An dieser Stelle ist darauf hinzuweisen, daß Puls-Sollwerte nur mit einem relativ großen Unsicherheitsfaktor angegeben werden können. Der Erfindung liegt deshalb der Grundgedanke zugrunde, einen Zusammenhang zwischen der Belastung und dem Puls zu ermitteln. Bei zwei definierten Belastungsstufen wird der Puls dabei erfindungsgemäß gemessen, und ein Verhältnis von Belastung zu Puls ermittelt. Die Belastungsstufen werden vom Gerät aufgrund der Angaben zum Alter, Gewicht und Geschlecht der Testperson berechnet und als Vorschlagswert angezeigt. Die Belastungsstufen sind erfin-

dungsgemäß so niedrig gewählt, daß mit Sicherheit auch bei untrainierten Personen die Muskelversorgung aerob bleibt und zudem eine Verfälschung des Tests durch eine zu geringe Kraft, beispielsweise durch eine zu kleine Beinkraft bei einem Fahrradergometer, vermieden wird. Die beiden unterschiedlichen Belastungsstufen werden erfindungsgemäß bevorzugterweise so gewählt, daß die zweite Belastungsstufe ungefähr doppelt so groß ist, wie die erste Belastungsstufe. Nachdem unter Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung das Verhältnis von Belastung zu Puls sowie der Puls in der zweiten Belastungsstufe ermittelt wurden, erfolgt eine Hochrechnung auf die Belastung, bei welcher sich der Pulswert der Testperson einstellen würde. Als grobe Berechnungsformel kann dabei die Formel 220 minus Alter dienen. Diese theoretisch zu erbringende Maximalleistung wird an der erfindungsgemäßen Vorrichtung angezeigt. Zusätzlich sind in dem Speicher die von Alter, Geschlecht und Gewicht abhängigen durchschnittlichen Maximalleistungen gespeichert. Die von der Testperson theoretisch erreichbare Maximalleistung wird mit der entsprechenden gespeicherten Maximalleistung in Beziehung gesetzt und ergibt den prozentualen Konditionswert, der am Gerät angezeigt wird.

In der Anwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung, welche nachfolgend noch beschrieben werden wird, ist es erforderlich, daß ein ausreichender Zeitraum abgewartet wird, um sicherzustellen, daß die Pulsfrequenz sich auf einem konstanten Wert eingependelt hat. Nach einer bestimmten Haltezeit erfolgt dann die jeweilige Meßung der Pulsfrequenz. Hinsichtlich der Belastung der Testperson hat es sich als günstig erwiesen, diese in zwei unterschiedlichen Stufen, nämlich mit etwa einem Viertel und der Hälfte ihrer geschätzten Leistungsfähigkeit zu belasten. Diese niedrige Belastung stellt sicher, daß eine Energieversorgung nur auf aerobem Wege erfolgt.

In einer besonders günstigen Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß der Pulsaufnehmer in Form einer am Ohr der Testperson befestigbaren Klemme ausgebildet ist. Diese bauliche Ausgestaltung ermöglicht eine besonders einfache Messung, da die Testperson nicht durch behindernde Meßsonden beaufschlagt wird. Weiterhin ist eine derartige Anordnung der Meßsonde auch von ungeübten Bedienungspersonen problemlos durchführbar. Im übrigen kann die Ausgestaltung des Pulsaufnehmers so erfolgen, wie dies aus dem Stand der Technik bekannt ist.

In einer weiteren Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann vorgesehen sein, daß diese eine Anzeige aufweist, welche vor Meßfehlern warnt. Weiterhin kann eine Testzeit-Anzeige vorgesehen sein, um den Beginn bzw. das Ende der Messung zu signalisieren. Zusätzlich kann es möglich sein, die Puls Konstanz anzuzeigen, d. h. den Zeitpunkt, zu welchem sich der Puls bei der jeweiligen Belastung auf einen konstanten Wert eingependelt hat.

In einer besonders günstigen Ausgestaltung der Erfindung ist weiterhin vorgesehen, daß die Vorrichtung einen Drucker umfaßt, mit Hilfe dessen eine geeignete graphische und/oder listenartige Archivierung und Darstellung der jeweiligen Testergebnisse möglich ist. Die Darstellung der Testergebnisse gestattet es, den jeweiligen Trainingsverlauf einer Testperson aufzuzeigen und, beispielsweise in einer Tabelle, Fortschritte hinsichtlich des Konditionszustandes zu dokumentieren. Der Drucker kann die Ergebnisse beispielsweise auf einer Karteikarte oder auf jeweils zu entnehmenden Kontrollzetteln

ausdrucken.

In einer weiteren Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist es möglich, mittels eines Speichers die jeweiligen personenzugeordneten Meßergebnisse zu speichern und diese vergleichend bei der nächsten Messung anzuzeigen.

Mittels der Recheneinheit ist es weiterhin möglich, aus den jeweils ermittelten Konditionswerten Vorschläge für das weitere Körpertraining, beispielsweise die bei einem Ausdauertraining optimale Herzfrequenz zu errechnen. Weiterhin kann die Zeit dargestellt werden, welche benötigt wird, um nach Beendigung der Belastung den Puls wieder auf den ursprünglichen Wert abzusinken.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung gestattet es beispielsweise im Rahmen von Rehabilitationsmaßnahmen, Trainingsmaßnahmen oder Fitneßmaßnahmen der Testperson den jeweiligen Trainingszustand anzuzeigen und einen Trainingsfortschritt oder Trainingsrückschritt zu signalisieren. Weiterhin ist es möglich, beispielsweise Leistungssportler durch derartige Tests zu überwachen, um bei einem Absinken des Konditionszustandes rechtzeitig Gegenmaßnahmen zu ergreifen. Weiterhin kann der erfindungsgemäße Test zur Anzeige von Krankheiten oder anderen Umständen dienen, welche eine Verringerung der körperlichen Belastung angeraten erscheinen lassen.

Unter Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist es weiterhin möglich, ein optimales Körpertraining zu betreiben, da die günstigste Belastungsstufe ermittelbar ist. Eine zu niedrige Belastung beim Training bringt bekanntermaßen keine Leistungssteigerung, während eine zu große Belastung das Trainingsergebnis möglicherweise verschlechtern kann. Da sich mit dem Trainingsfortschritt die optimale Belastung verändert, ist es unter Umständen auch möglich, die Aerob-Anaerob-Schwelle zu überwachen. Die Aerob-Anaerob-Schwelle wird, wie bekannt, in der Sportmedizin als die Belastung definiert, bei welcher der Lactat-Gehalt des Blutes einen Wert 4 mmol/l annimmt. Diese Aerob-Anaerob-Schwelle äußert sich bei der Pulsmessung nur durch ein langsames Ansteigen der Herzfrequenz während der Belastung, wobei diese Belastungshöhe bei ca. 65 bis 85% der Maximalleistung der Testperson liegt und, um Verfälschungen des Meßergebnisses zu vermeiden, bei dem erfindungsgemäßen Meßverfahren nicht erreicht wird. Es ist somit unter Umständen eine empirische Ermittlung der Annäherung an diese Schwelle möglich. Für eine Trainingsempfehlung kann die erfindungsgemäße Vorrichtung eine indirekt errechnete Optimallast angeben, wobei diese Berechnung von der Tatsache ausgeht, daß sich mit dem durch die Vorrichtung ermittelten Fitneßwert die Aerob-Anaerob-Schwelle verschiebt, und zwar zwischen einem Wert von ca. 55% der Maximallast, welche bei einem absolut untrainierten Probanden vorliegt, zu einem Wert zu 85%, welche von einem gut trainierten Sportler erreicht wird. Zwischen diesen Werten kann eine Belastung für die Testperson abgeleitet werden, die der für ein Training optimalen Belastung in der Aerob-Anaerob-Schwelle etwa entspricht.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann weiterhin mit einer Schnittstelle für die Übertragung der Daten versehen sein.

Zusätzlich ist es bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung möglich, mit der Recheneinheit einen akustischen Signalgeber zu verbinden, welcher zur Vereinfachung der Bedienung zur Signalisierung von Fehleingaben,

Meßfehlern und/oder der Beendigung der Testphasen dient. Erfindungsgemäß läßt sich somit die Bedienung der Erfindung wesentlich vereinfachen, da bestimmte Betriebszustände zusätzlich akustisch angezeigt werden.

Erfindungsgemäß ist es somit möglich, im einzelnen die relative Kondition, bezogen auf den maximal zu erreichenden Wert, anzuzeigen, sowie die Belastungsgrenze hochzurechnen und die Sauerstoffaufnahme-fähigkeit zu ermitteln.

Zur Belastung der Testperson kann erfindungsgemäß ein Fahrrad-Ergometer verwendet werden, es ist jedoch auch möglich, eine Stufenbelastung aufzubringen. In beiden Fällen erweist es sich als vorteilhaft, daß die Belastungshöhe auf sehr einfache Weise feststellbar ist, so daß, ausgehend von dem konstanten Belastungswert, erfindungsgemäß der Test durchgeführt werden kann. Da bei dem Fahrrad-Ergometer der Wirkungsgrad bekannt ist, welcher beispielsweise 24% beträgt, ist es lediglich erforderlich, die Tretfrequenz konstant zu halten, um die Voraussetzungen für den Test zu schaffen.

Im folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit der Zeichnung beschrieben. Dabei zeigt

Fig. 1 eine schematische Frontansicht eines Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Vorrichtung,

Fig. 2 eine schematische Darstellung der Zusammenhänge zwischen der Belastung und der Pulsfrequenz und

Fig. 3 eine schematische Darstellung der einzelnen Bauelemente der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Zur Beschreibung des Aufbaus der erfindungsgemäßen Vorrichtung sei zunächst auf Fig. 3 Bezug genommen. Diese zeigt einen Pulsfrequenzempfänger 2, welcher in üblicher Weise ausgebildet sein kann und dazu dienen kann, am Ohr die Durchblutung und damit, auf optischem Wege, die Pulsfrequenz zu bestimmen. Dem Pulsfrequenzempfänger 2 ist ein Signalverstärker 10 nachgeschaltet, welcher mit einem Filter 11 in Betriebsverbindung steht. Dem Ausgang des Filters 11, welches dazu dient, das Pulssignal von hochfrequenten Störsignalen zu trennen, ist eine Vergleicherstufe 12 nachgeordnet, welche in Form eines Operationsverstärkers ausgebildet sein kann. Die zugeordneten Widerstände und Kondensatoren bilden jeweils einen Tiefpaß.

Zur Überwachung der Stromversorgung dient ein Vergleich 13, welcher mit einem Batteriespannungsin-dikator 14 verbunden ist.

Das Ausgangssignal der Vergleicherstufe 12 wird dem Rechner 1 zugeführt. Weiterhin ist ein Puffer 15 vorgesehen, welchem das Ausgangssignal der Vergleicherstufe 12 zugeführt wird. Der Ausgang des Puffers 15 ist mit dem Ausgang einer Vergleicherstufe 16 verbunden, deren Eingangssignal von dem Signalfilter 11 (Tiefpaß) zugeführt wird.

Die Recheneinheit 1 ist weiterhin mit einem Tastenfeld 3, welches eine Eingabeeinheit darstellt, betriebsverbunden.

An die Recheneinheit 1 ist eine Anzeige 17 angeschlossen, mittels welcher die Meßzeitintervalle dargestellt werden können. Weiterhin ist die Recheneinheit 1 mit einer Anzeigeeinheit 4 betriebsverbunden, mittels der die verschiedenen Eingabe- und Meßwerte darstellbar sind. Eine ebenfalls mit der Recheneinheit 1 verbundene Anzeige 18 umfaßt mehrere Leuchtdioden, welche den jeweiligen einzugebenden oder darzustellenden Variablen zugeordnet sind. Zur Darstellung der Puls-konstanz dient eine Anzeige 6, beispielsweise in Form einer Leuchtdiode, ebenso ist eine Meßfehler-Anzeige 5 vor-

gesehen. Anzeigen 7 signalisieren dem Benutzer, ob eine Testperson männlichen oder weiblichen Geschlechts getestet werden soll.

An der Recheneinheit 1 ist weiterhin ein Drucker 9 sowie eine Schnittstelle 8 angeschlossen.

Die Fig. 1 zeigt eine Frontansicht der in Verbindung mit Fig. 3 beschriebenen Vorrichtung, aus welcher insbesondere die Anzeigeeinrichtungen und die Eingabeeinheit ersichtlich sind.

Im folgenden wird die Funktion der in Fig. 3 gezeigten Schaltung kurz beschrieben. Der Pulsfrequenzempfänger 2 erfaßt das Meßsignal, welches durch den Verstärker 10 in geeigneter Weise verstärkt wird. Im nachfolgenden Filter 11 wird das Signal von Störanteilen, welche im Frequenzbereich über 20 Hz liegen, befreit. Nachfolgend wird das Signal über den aus dem Widerstand und dem Kondensator gebildeten Tiefpaß an den Eingang der Vergleicherstufe 12 geführt. Wie dargestellt, sind zwei Tiefpässe vorhanden, wobei die Zeitkonstante des einen Tiefpasses um den Faktor 10 größer ist als die des anderen Tiefpasses. Somit liegt am Eingang der Vergleicherstufe 12 nur noch eine gefilterte Signalspannung an, welche im wesentlichen nur noch niederfrequente, durch Störungen und Bewegungen am Pulsfrequenzempfänger hervorgerufene Anteile enthält. Da die Vergleicherstufe 12 nur auf die Differenz der beiden Signale reagiert, werden diese Störungen weitgehend ausgefiltert. Das am Ausgang der Vergleicherstufe 12 vorliegende digitale Pulssignal wird nachfolgend an die Recheneinheit 1 geleitet. Diese mißt den zeitlichen Abstand zwischen den Impulsen und ermittelt somit in bekannter Weise die Pulsfrequenz. Weiterhin werden verschiedene Plausibilitätstests vorgenommen, um Meßfehler festzustellen.

Um eine störungsfreie Signalerfassung sicherzustellen, ist die Vorrichtung mit einem Pulsindikator 19 ausgestattet, welcher beispielsweise als Leuchtanzeige mit zwei Helligkeitsstufen ausgebildet ist. Es ist jedoch auch möglich, eine zweifarbig LED vorzusehen. Bei schwacher Pulsmodulation erfolgt eine unterschiedliche Anzeige, als bei starker Pulsmodulation. Somit ist ein korrektes Anbringen des Pulsfrequenzempfängers 2 an der Vorrichtung nachprüfbar.

Mit der Recheneinheit 1 ist weiterhin ein akustischer Signalgeber 20 verbunden, mit Hilfe dessen Fehleingaben, Meßfehler oder sonstige Bedienungszustände, beispielsweise die Beendigung einer Testphase angezeigt werden können.

Im nachfolgenden wird die Bedienung der erfindungsgemäßen Vorrichtung bzw. der Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens anhand der Darstellung von Fig. 2 beschrieben.

Nach dem Einschalten des Gerätes und dem Anbringen des Pulsfrequenzempfängers werden die jeweiligen persönlichen Daten der Testperson eingegeben. Diese umfassen das Alter, das Geschlecht und das Gewicht der Testperson. Weiterhin wird die jeweils gewählte Last eingegeben, wobei das Gerät die Belastungsstufen als Vorschlagswert selbsttätig nach Eingabe der Daten des Alters, Gewichts und Geschlechts ermittelt. Es ist möglich, diese Vorschlagswerte zu übernehmen, es können jedoch auch beliebige andere Werte eingegeben werden. Die vorgeschlagenen Belastungsstufen werden von dem Gerät angezeigt. Der Start der Messung erfolgt durch Drücken der Starttaste der Eingabeeinheit 3. Nach Erreichen einer konstanten Pulsfrequenz erfolgt automatisch eine Messung und Zuordnung derselben zu der gewählten Last. Nachfolgend wird eine zweite Last-

stufe vorgewählt und eine erneute Messung vorgenommen.

Nach Beendigung der zweiten Messung ist der eigentliche Test abgeschlossen, die Testperson verbleibt jedoch in Verbindung mit der Testvorrichtung, damit der Rückgang des Pulses überprüft werden kann. Die angezeigte Zeitdauer bis zum Rückgang des Pulses kann als erster Hinweis auf den Konditionszustand betrachtet und von der Trainingsperson ausgewertet werden.

Nachfolgend wird nunmehr durch eine lineare Verbindung der beiden in Fig. 2 dargestellten Meßpunkte die maximal für die jeweilige Testperson erreichbare Pulsfrequenz mit der maximal erreichbaren Last ermittelt und in Relation zu einer für diesen Personentyp durchschnittlichen Maximalbelastung gesetzt. Es ist somit möglich, den Konditionszustand in %-Werten anzuzeigen.

Im nachfolgenden wird detailliert die Betriebsweise der erfindungsgemäßen Vorrichtung beschrieben. Der Ablauf eines Konditionsüberwachungsvorganges kann in fünf Phasen unterteilt werden:

Phase 1: Eingabe der persönlichen Daten der Testperson und automatische Bestimmung von körpergerechten Belastungsstufen.

Phase 2: Messung der Herzfrequenz bei Belastungsstufe 1

Phase 3: Messung der Herzfrequenz bei Belastungsstufe 2

Phase 4: Messung der Zeitdauer für das Abklingen der Herzfrequenz auf den Wert bei Belastungsstufe 1

Phase 5: Auswertung und Anzeige der Meßergebnisse

#### Phase 1

Durch die Bedienungsperson erfolgt eine manuelle Eingabe der persönlichen Daten (Alter, Gewicht, Geschlecht). Nach dieser Eingabe führt die Vorrichtung eine Plausibilitätskontrolle der Eingabedaten durch und gibt einen Fehlerhinweis, wenn die Eingabe nicht plausibel erscheint. Weiterhin wird nunmehr aus der im Gerät abgespeicherten Tabelle mit Maximalbelastungen, welche aus sportmedizinischen Reihenuntersuchungen gesunder erwachsener Personen ermittelt wurden, unter Heranziehung der Variablen, Alter, Gewicht und Geschlecht, die durchschnittlich erzielbare Maximaleistung ( $P_{max}$ ) ausgegeben. Weiterhin werden Vorschlagswerte für die Laststufen ermittelt:

$$P1 (\text{Laststufe 1}) = 1/4 P_{max}$$

$$P2 (\text{Laststufe 2}) = 1/2 P_{max}$$

Diese Vorschlagswerte werden vom Gerät angezeigt. Die Bedienungsperson kann nunmehr die Vorschlagswerte gegebenenfalls abändern und den Vorgang durch die Starttaste beginnen.

#### Phase 2

Das Gerät gibt nunmehr ein optisches und ein akustisches Signal als Aufforderung ab, den Test mit der Laststufe 1 zu beginnen. Diese Signalausgabe muß mit einer Taste bestätigt werden. Das Gerät startet nunmehr die Verzögerungszeit  $t_1$ . Weiterhin wird die aktuelle Herzfrequenz gemessen und angezeigt. Das Gerät wartet nunmehr bis  $t_1$  abgelaufen ist. Nachfolgend startet die Verzögerungszeit  $t_2$ , wobei wiederum die aktuelle

Herzfrequenz gemessen und angezeigt wird. Während der Zeit  $t_2$  wird der Mittelwert der Herzfrequenz gebildet (HF1). Das Gerät wartet weiterhin ab, bis die Verzögerungszeit  $t_2$  abgelaufen ist.

#### Phase 3

Das Gerät gibt mittels eines optischen und akustischen Signals die Aufforderung, den Test mit der Laststufe 2 fortzuführen. Diese Signalausgabe muß über eine Taste bestätigt werden. Es wird nunmehr von dem Gerät die Verzögerungszeit  $t_3$  gestartet, wobei die aktuelle Herzfrequenz gemessen und angezeigt wird. Das Gerät wartet bis die Zeit  $t_3$  abgelaufen ist. Nunmehr wird die Verzögerungszeit  $t_4$  gestartet, wobei wiederum die aktuelle Herzfrequenz gemessen und angezeigt wird. Es wird nachfolgend der Mittelwert der Herzfrequenz während  $t_4$  gebildet (HF2). Weiterhin ist der Ablauf der Verzögerungszeit  $t_4$  abzuwarten.

#### Phase 4

Das Gerät gibt ein optisches und akustisches Signal als Aufforderung an die Testperson, die Belastung einzustellen und eine Ruhestellung einzunehmen. Auch diese Signalausgabe muß quittiert werden. Es startet nunmehr der Timer 5. Nachfolgend muß abgewartet werden, bis die aktuelle Herzfrequenz auf den Wert HF1 abgeklungen ist. Daraufhin wird der Timer 5 gestoppt und es folgt eine Anzeige der im Timer 5 gespeicherten Zeitdauer.

#### Phase 5

Nachfolgend wird der Faktor  $f$  bestimmt:

$$f = \frac{P2 - P1}{HF2 - HF1}$$

Es erfolgt nunmehr eine Extrapolation auf eine Belastung, bei welcher sich der Maximalpuls einstellen wird:

$$P_{max} = P2 + f(220 - \text{Alter})$$

Aufgrund des nunmehr ermittelten  $P_{max}$ -Wertes erfolgt eine Berechnung der relativen Kondition  $K$ :

$$K(\%) = \frac{P_{max}}{P_{maxt}} \times 100$$

Nachfolgend erfolgt die Ermittlung des maximalen Sauerstoffaufnahmevermögens  $O2_{max}$ :

$$O2_{max} = k \times P_{max} + O2_{grund}$$

dabei sind:

$$O2_{grund} = \text{Sauerstoffgrundumsatz}$$

$k$  = Konstante die den Zusammenhang zwischen Wirkungsgrad, Belastung und Sauerstoffverbrauch herstellt.

Das Gerät gibt ein optisches und ein akustisches Signal als Hinweis auf das Ende des Meßvorganges. Die Bedienungsperson kann nunmehr die auszugebende Variable anwählen, welche vom Gerät im Anzeigefeld ausgegeben wird. Auf Anforderung erfolgt die Ausgabe

zusätzlich auf einem Protokolldrucker. Weiterhin ist eine Übergabe der Werte an eine Datenschnittstelle möglich.

Weitere Testergebnisse können wahlweise dargestellt werden. Die Angabe  $LAST_{max}$  zeigt die hochgerechnete Maximalbelastung an, welche bei äußerster Anstrengung erreichbar wäre. Die Anzeige  $O2_{max}$  zeigt die voraussichtlich aufnehmbare Sauerstoffmenge in  $100 \times l/min$  an. Dieser Wert ist sonst nur durch aufwendige sportmedizinische Untersuchungen exakt bestimmbar und dient einer Trainingsperson als Ausgangswert zur weiteren Ausgestaltung des Trainings.

Die Erfindung ist nicht auf das gezeigte Ausführungsbeispiel beschränkt, vielmehr ergeben sich für den Fachmann im Rahmen der Erfindung vielfältige Abwandlungs- und Modifikationsmöglichkeiten.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Ermittlung des Konditionszustands einer Testperson, gekennzeichnet durch einen Pulsfrequenzaufnehmer (2), eine Recheneinheit (1) zum Vergleich der Pulsfrequenz mit einem Puls-Sollwert, eine Eingabeeinheit (3) für den Sollwert und eine Anzeigeeinheit (4).
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in einer Speichereinheit Puls-Sollwerte in Abhängigkeit von Alter, Geschlecht und Gewicht einer Testperson gespeichert sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Pulsfrequenzaufnehmer (2) in Form einer am Ohr der Testperson befestigbaren Klemme ausgebildet ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Pulsfrequenzaufnehmer (2) eine optische Einrichtung zur Durchstrahlung eines Ohrbereichs umfaßt.
5. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Pulsfrequenzaufnehmer (2) in Form einer am Handgelenk der Testperson zu befestigenden Einrichtung ausgebildet ist.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Recheneinheit (1) eine Extrapolationseinheit und eine Vergleichseinheit zum Vergleich des Puls-Meßwerts mit dem Puls-Sollwert umfaßt.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, gekennzeichnet durch einen Arbeitsspeicher zur Speicherung und zum Vergleich mehrerer Puls-Meßwerte für einen Testvorgang.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, gekennzeichnet durch eine Meßfehler-Anzeige (5).
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, gekennzeichnet durch eine Testzeit-Anzeige.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, gekennzeichnet durch eine Konditionsanzeige-Einrichtung.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, gekennzeichnet durch eine Maximal-Anzeige.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, gekennzeichnet durch eine  $O2_{max}$ -Anzeige.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, gekennzeichnet durch eine Pulskonstanz-Anzeige (6).
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, gekennzeichnet durch eine Geschlechtswahl-Anzeige (7).
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14,

gekennzeichnet durch eine Zeitmeßeinrichtung.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, gekennzeichnet durch eine Recheneinheit zur Auswahl von Belastungswerten in Abhängigkeit des für die Testperson spezifischen Pulsfrequenz-Sollwerts oder Pulsfrequenz-Maximalwerts.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, gekennzeichnet durch eine Schnittstelle (8) zur Datenübertragung.

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, gekennzeichnet durch einen Drucker (9) zur Meßwert-Aufzeichnung.

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 18, gekennzeichnet durch einen akustischen Signalgeber zur Anzeige der jeweiligen Betriebszustände.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 19, gekennzeichnet durch eine Einrichtung zur Plausibilitätskontrolle während der Eingabe und/oder der Meßvorgänge.

21. Verfahren zur Ermittlung des Konditionszustands einer Testperson, dadurch gekennzeichnet, daß mittels einer Belastungseinrichtung eine Testperson über eine vorgegebene Zeitdauer jeweils einer von zumindest zwei unterschiedlichen körperlichen Belastungen ausgesetzt wird, daß während der Belastung der Puls der Testperson gemessen wird und daß die ermittelten Puls-Belastungsmeßwerte mit einem Sollwert verglichen werden.

22. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Belastung im Bereich von  $1/4$  bis  $2/3$  der möglichen Maximalbelastung der Testperson gewählt wird.

23. Verfahren nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßwerte extrapoliert und mit der maximal für eine gleichartige Testperson erreichbaren Pulsfrequenz verglichen wird.

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß der Sollwert der Pulsfrequenz in Abhängigkeit von Alter, Geschlecht und/oder Gewicht der Testperson festgelegt wird.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

— Leerseite —

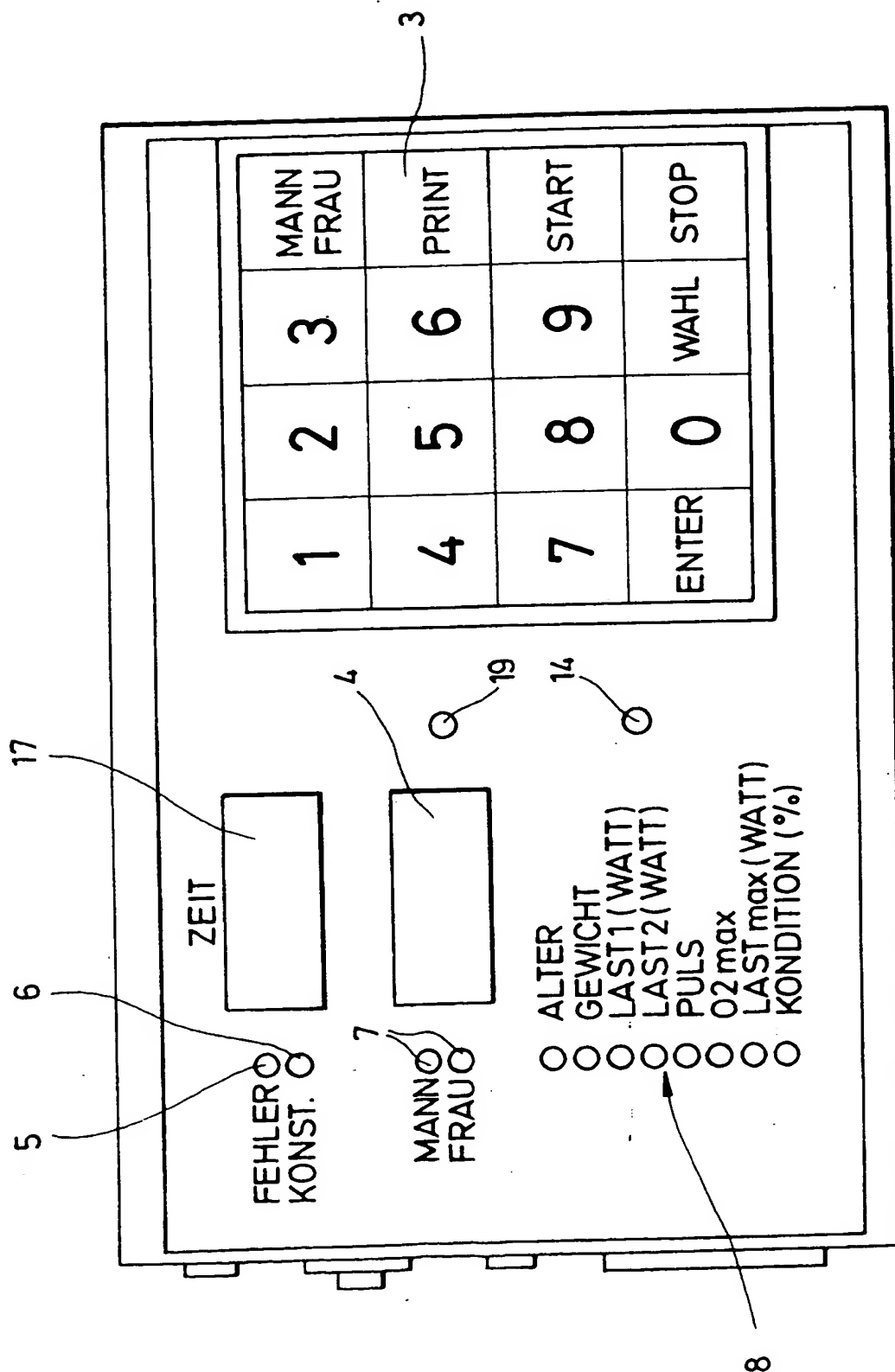


FIG.1





